

NASKAH PUBLIKASI KARYA ILMIAH

STUDI KARAKTERISTIK HASIL PENGELASAN *SPOT WELDING* PADA ALUMINIUM DENGAN PENAMBAHAN GAS ARGON



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

ADI PURWANTO
D200070060

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2012**

STUDI KARAKTERISTIK HASIL PENGELASAN *SPOT WELDING* PADA ALUMINIUM DENGAN PENAMBAHAN GAS ARGON

Adi Purwanto, Muh Alfatih Hendrawan, Agus Hariyanto
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura
Email: b_doe_sheila@yahoo.co.id

ABSTRAKSI

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh parameter arus 3608 A, 4441 A dan 5021 A, waktu las 2,5 detik, 3,5 detik dan 4,5 detik serta penambahan gas argon terhadap kekuatan geser hasil pengelasan dan mengetahui kondisi arus dan waktu yang optimal terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.

Material yang digunakan yaitu Aluminium murni dengan tebal 1 mm. Semua spesimen dilas menggunakan las titik jenis DN-16-1 dengan sambungan tumpang dengan arus 3608 A, 4441 A dan 5021 A, waktu las 2,5 detik, 3,5 detik, dan 4,5 detik. Proses pengelasan dengan menggunakan fixture sebagai alat bantu untuk pemberian gas argonnya. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik-geser sesuai dengan standar uji ASME IX.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus dan waktu serta penambahan gas argon berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan. Kondisi yang paling optimal terdapat pada arus 5021 A dan waktu 4,5 detik dengan nilai kekuatan geser tertinggi sebesar 7,949 N/mm².

Kata Kunci: Las titik, Aluminium, Gas Argon, Uji Tarik-Geser

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengelasan adalah suatu proses penggabungan logam dimana logam menjadi satu akibat adanya energi panas. Seiring dengan berkembangnya teknologi pengelasan maka setiap perusahaan dituntut untuk meningkatkan mutu dan kualitasnya agar dapat bersaing dengan perusahaan yang lain. Salah satu bentuk cara pengelasan resistansi listrik yaitu las titik atau *spot welding*. Las titik merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik dimana dua logam atau lebih dijepit diantara dua elektroda logam. Arus yang kuat dialirkan melalui elektroda yang terbuat dari tembaga, karena aliran listrik yang harus melalui kedua logam yang dijepit maka pada tempat jepitan akan timbul panas karena adanya

resistansi listrik yang menyebabkan logam ditempat tersebut mencair dan kemudian tersambung. (Wiryosumarto, H. 2004).

Penggunaan las titik pada Aluminium untuk saat ini masih jarang dilakukan. Hal ini dikarenakan material jenis aluminium tergolong kurang baik bila dibandingkan dengan baja sebab panas jenis dan daya hantar panasnya tinggi dan sukar sekali untuk memanaskan dan mencairkan sebagian kecil saja. Bentuk pengelasan pada aluminium lebih sering dengan menggunakan las MIG dan TIG dimana kedua proses pengelasan tersebut memerlukan gas pelindung (gas argon). (Wiryosumarto, H. 2004).

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian seberapa besar pengaruh parameter pengelasan titik dengan penambahan gas argon pada material aluminium.

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh parameter las dengan arus 3608 A, 4441 A dan 5021 A dan waktu 2,5 dt, 3,5 dt, 4,5 dt terhadap hasil pengelasan.
2. Mengetahui arus yang paling optimal terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.
3. Mengetahui waktu yang paling optimal terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.
4. Pengaruh gas pelindung (gas argon) terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.

Batasan Masalah

1. Material yang digunakan yaitu aluminium murni dengan tebal 1 mm.
2. Pengelasan dengan menggunakan mesin las titik jenis DN-16-1 dengan parameter arus dan waktu.
3. Suhu ruangan dianggap sama yaitu 30 °C.
4. Tekanan pada pengelasan dianggap sama yaitu 50 kg.
5. Kehalusan permukaan pada spesimen dianggap sama.
6. Arus yang keluar dari mesin las diasumsikan sesuai kenyataan.
7. Debit gas argon konstan yaitu 10 liter/menit.
8. Luasan tegangan geser diasumsikan sama dengan ujung diameter elektroda yaitu 9 mm.
9. Pengujian hasil percobaan hanya menggunakan uji geser dengan standar ASME IX.

KAJIAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka

Kahraman, N (2005), dalam penelitiannya tentang pengaruh parameter las titik pada titanium. Tebal titanium 1,5 mm dengan parameter pengelasan: untuk arus konstan yaitu 10.000 A, gaya elektroda 2000 N, 4000 N, 6000 N dan waktu pengelasan 5 cycle, 15 cycle, 25 cycle serta suasana pengelasan pada udara terbuka dan menggunakan gas argon. Pengujian mekanik yang dilakukan meliputi pengujian kekuatan sambungan dengan metode pengujian tarik dan pengujian kekerasan dengan metode Vickers. Dari hasil uji tarik didapatkan bahwa hasil dari kekuatan tarik-geser dengan menggunakan gas argon lebih tinggi daripada di udara terbuka. Hasil uji kekerasan memperlihatkan bahwa

daerah nugget (manik) adalah daerah yang paling keras diikuti dengan daerah HAZ dan logam las.

Ardiyanto Eko (2010), meneliti tentang pengaruh pendinginan elektroda pada *spot welding* terhadap kualitas produk. Material yang digunakan yaitu baja karbon rendah dengan ketebalan 1 mm, parameter yang digunakan yaitu untuk arus 6956 A, 7920 A, dan 8938 A. Untuk waktu 2,5 detik, 3 detik dan 3,5 detik serta diameter elektroda menggunakan 5 mm, 7 mm dan 9 mm. Pengujian yang dilakukan hanya uji tarik-geser. Dari hasil disimpulkan bahwa variasi arus, waktu dan diameter ujung elektroda berpengaruh terhadap kekuatan gesernya. Didapatkan tegangan geser tertinggi terjadi pada arus 8938 A, waktu 3,5 detik dan diameter ujung elektroda 5 mm.

Harnudin, F.A (2007), meneliti tentang pengaruh ketebalan dan jumlah las titik terhadap kekuatan geser. Material yang digunakan yaitu baja ST 37, pengujian mekanik yang dilakukan yaitu pengujian kekerasan Vickers dan pengujian tarik. Dari hasil. Pengujian kekerasan didapatkan harga kekerasan logam induk tertinggi sebesar 121,3 HV pada ketebalan 1,5 mm. Uji tarik didapatkan harga kekuatan tarik tertinggi sebesar 829,6 N/mm² pada ketebalan 1,5 mm. Ketebalan dan jumlah titik sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

Aluminium

Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H.C Oersted pada tahun 1825. Aluminium merupakan unsur logam terbanyak dimuka bumi, dimana hampir 8% dari kerak bumi adalah aluminium. Bijih bauksit adalah bahan utama untuk pembuatan aluminium yang terdapat di dalam batu-batu dalam kerak bumi.

Aluminium termasuk logam ringan yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap korosi, dan merupakan konduktor listrik yang baik. Untuk saat ini penggunaan las titik pada aluminium masih jarang dilakukan karena material jenis aluminium tergolong kurang baik bila dibandingkan dengan baja karena panas jenis dan daya hantar panasnya tinggi maka sukar sekali untuk memanaskan sebagian kecil saja. Selain itu aluminium mudah sekali teroksidasi, karena peristiwa ini aluminium akan membentuk suatu lapisan yang bernama Aluminium Oksida (Al₂O₃) yang memiliki sifat tahan panas. Karena sifat tersebut maka peleburan antara logam dasar dan logam lasan menjadi terhalang sehingga sulit untuk dilakukan pengelasan. (Wiryosumarto, H. 2004).

Las Titik

Las titik merupakan salah satu pengelasan resistansi listrik dimana dua logam atau lebih dijepit menggunakan elektroda. Pada proses ini arus yang cukup kuat dialirkan melalui elektroda yang terbuat dari tembaga sehingga menimbulkan panas di daerah logam yang dijepit yaitu batas permukaan kedua logam. Akibatnya logam akan meleleh kemudian tersambung. Pada mesin las terdapat transformator yang fungsinya merubah tegangan arus bolak balik, arus yang besar inilah yang dipakai

untuk mengelas sehingga menghasilkan panas yang tinggi dan cukup mencairkan logam. Selain arus faktor waktu juga dapat mempengaruhi hasil pengelasan dimana semakin lama waktu pengelasan maka semakin tinggi pula panas yang dihasilkan. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut (Amsted, B.H, 1995):

$$H = I^2 \cdot R \cdot T \dots \dots \dots (1)$$

Dimana: H = Panas (Joule)
 I = Arus (Ampere)
 R = Hambatan (Ohm)
 T = Waktu (detik)

Pengujian Geser

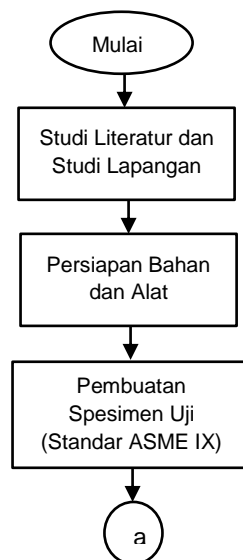
Standar yang digunakan dalam pengujian ini adalah ASME IX. Besarnya tegangan yang terjadi dapat dihitung dengan rumus (Dieter, E.G., 1988):

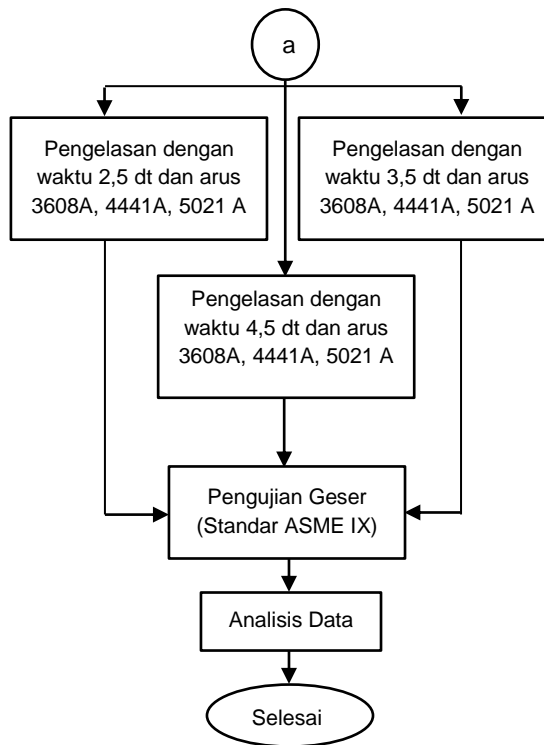
$$\tau = \frac{F_m}{A_0} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:
 τ = Tegangan geser (N/mm²)
 F_m = Gaya maksimum (N)
 A_0 = Luasan (mm)

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Mencari referensi yang terkait dengan permasalahan las titik.
2. Mempersiapkan bahan yang akan dilakukan pengujian beserta alat ujinya.
3. Melakukan eksperimen pengelasan dengan parameter yang sudah ditentukan.
4. Melakukan pengujian pada benda uji dengan uji geser.
5. Hasil pengujian diolah / dianalisis dan kemudian ditarik kesimpulan.

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Aluminium murni dengan kemurnian 99,55% setebal 1 mm.



Gambar 2. Plat Aluminium

2. Mesin las titik



Gambar 3. Mesin las titik

Merk : KRISBOW

Model : DN-16-1

Jenis : AC power Welder

Rated Power : 16 KVA

Main input power : 380 V

Second Empty Load: 1,6 - 3,2V

Adjustable class number : 6 class

Ketebalan maks : ± 3 mm

3. Mesin uji geser



Gambar 4. Mesin Uji Geser

4. Fixture



Gambar 5. Fixture

5. Gas argon

6. Spesimen Uji

Ukuran spesimen sesuai standar ASME IX.

HASIL DAN PEMBAHASAN

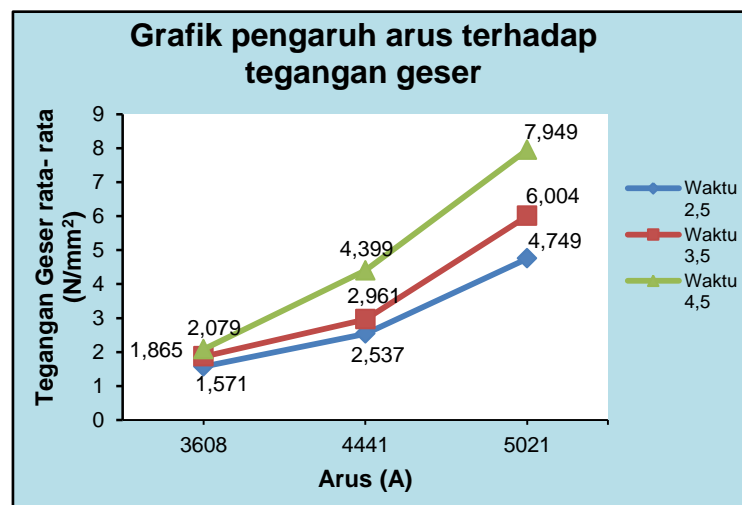
Analisis Grafis

Hasil dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan berupa gaya kemudian dihitung untuk mencari tegangan geser didapatkan:

Tabel 1. Data hasil perhitungan tegangan geser.

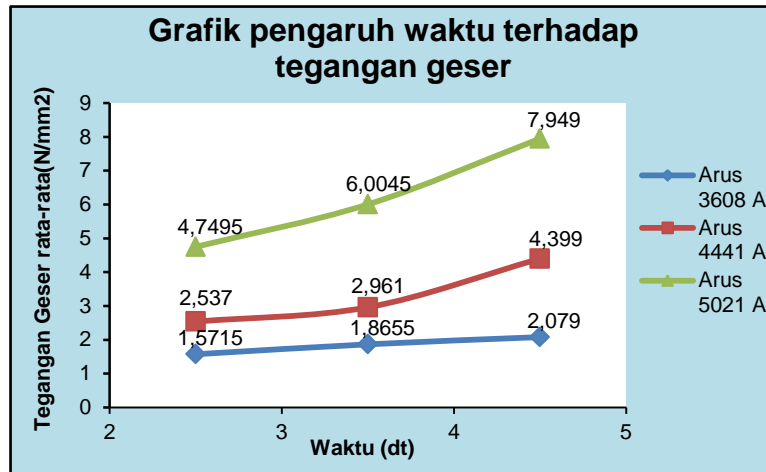
Spesimen	Arus (A)	Waktu (dt)	Tegangan Geser Rata-rata (N/mm^2)
1	3608	2,5	1,571
2		3,5	1,865
3		4,5	2,079
4	4441	2,5	2,537
5		3,5	2,961
6		4,5	4,399
7	5021	2,5	4,749
8		3,5	6,004
9		4,5	7,949

Dari hasil tabel tegangan geser maka dibuat grafik pengaruh arus terhadap tegangan geser dan pengaruh waktu terhadap tegangan geser maka hasilnya:



Gambar 6. Grafik pengaruh arus terhadap tegangan geser.

Dari gambar 6 tersebut maka terlihat bahwa grafik mempunyai pengaruh positif terhadap hasil pengelasan artinya semakin tinggi arus maka semakin tinggi pula tegangan geser yang dihasilkan.



Gambar 7. Grafik pengaruh waktu terhadap tegangan geser.

Dari gambar 7 tersebut maka terlihat bahwa grafik mempunyai pengaruh positif terhadap hasil pengelasan artinya semakin lama waktu pengelasan maka semakin tinggi pula tegangan geser yang dihasilkan

Analisis Statistik

Untuk mengetahui pengaruh secara signifikan dengan dasar statistik, maka dilakukan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan menggunakan software statistik MINITAB 14. Hasilnya sebagai berikut:

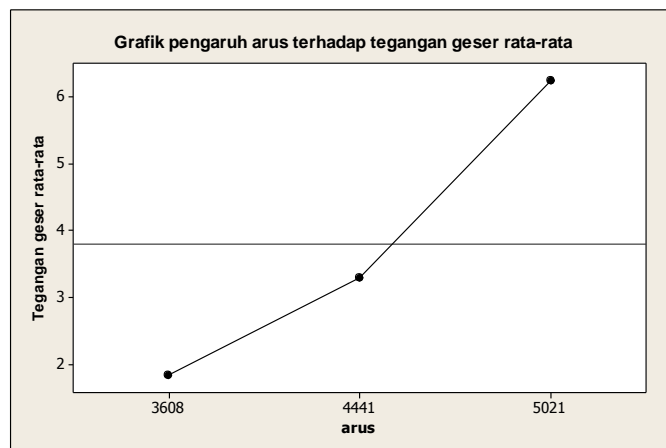
Hipotesa model ini yaitu:

H_0 = menduga bahwa perubahan parameter (arus dan waktu) tidak berpengaruh terhadap hasil pengelasan.

H_1 = menduga bahwa perubahan parameter (arus dan waktu) mempunyai pengaruh terhadap hasil pengelasan.

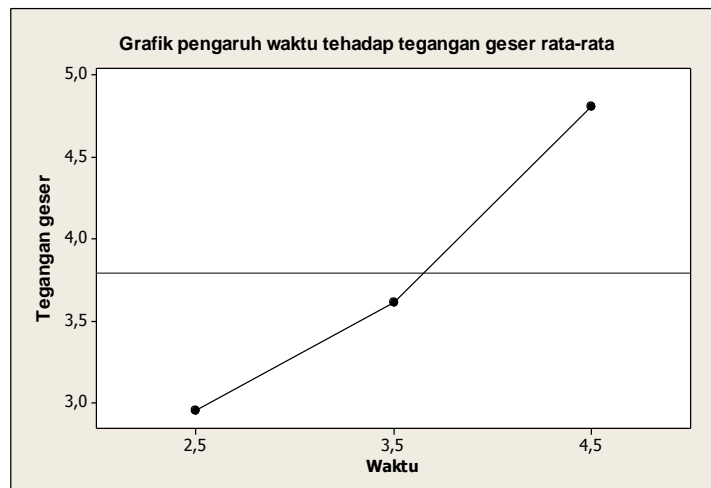
Level kepercayaan = 95 %

Tingkat kesalahan = 5 %



Gambar 8. Grafik pengaruh arus terhadap tegangan geser.

Jika diamati pada gambar 8 maka arus berpengaruh terhadap tegangan geser. Artinya semakin besar arus maka semakin besar pula tegangan geser yang dihasilkan.



Gambar 9. Grafik pengaruh waktu terhadap tegangan geser.

Jika diamati pada gambar 9 maka waktu berpengaruh terhadap tegangan geser. Artinya semakin lama waktu pengelasan maka semakin besar pula tegangan geser yang dihasilkan.

General Linear Model: tegangan geser versus arus; waktu						
Factor	Type	Levels	Values			
arus	fixed	3	3608; 4441; 5021			
waktu	fixed	3	2,5; 3,5; 4,5			
Analysis of Variance for tegangan geser, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
arus	2	60,141	60,141	30,071	87,17	0,000
waktu	2	10,631	10,631	5,315	15,41	0,000
Error	13	4,484	4,484	0,345		
Total	17	75,256				
S = 0.587322 R-Sq = 94.04% R-Sq(adj) = 92.21%						

Gambar 10. Hasil analisis faktorial

Berdasarkan analisa data dapat dilihat bahwa:

- Untuk perlakuan: Arus
 H_0 ditolak jika $\alpha > P\text{-value}$. Karena $\alpha = 0,05 > 0,000$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya perubahan arus berpengaruh signifikan terhadap tegangan geser.
- Untuk perlakuan: Waktu
 H_0 ditolak jika $\alpha > P\text{-value}$. Karena $\alpha = 0,05 > 0,000$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya perubahan waktu berpengaruh signifikan terhadap tegangan geser

Pembahasan

Arus

Pengaruh arus terhadap tegangan geser dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 8, kedua grafik tersebut menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai tegangan geser, semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar pula tegangan geser yang dihasilkan, ini

terjadi karena masukan panas yang dihasilkan arus listrik semakin tinggi sehingga lebih banyak logam yang mencair kemudian tersambung dengan baik. Hal ini diperkuat pada persamaan 2.2 dimana jika nilai arus semakin besar maka panas yang dihasilkan juga akan semakin besar karena fungsi kuadrat arus listrik (I^2) berbanding lurus dengan panas (H), sehingga kenaikan arus listrik dapat menaikkan panas yang cukup berarti. Dari grafik dapat dilihat bahwa adanya peningkatan kekuatan mulai dari arus 3608 A, 4441 A dan 5021 A, secara grafis menunjukkan kekuatan yang terendah terdapat pada arus 3608 A dengan nilai tegangan geser rata-rata $1,571 \text{ N/mm}^2$ dan nilai kekuatan tertinggi terdapat pada arus 5021 A dengan nilai kekuatan geser rata-rata $7,949 \text{ N/mm}^2$, secara statistik nilai tegangan geser terendah terdapat pada arus 3608 A dengan nilai tegangan geser rata-rata $1,83 \text{ N/mm}^2$ dan tertinggi pada arus 5021 A dengan nilai tegangan geser $6,23 \text{ N/mm}^2$. Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi arus berpengaruh terhadap hasil pengelasan. Hal ini dapat disebabkan karena semakin meningkatnya arus maka semakin tinggi pula panas yang dihasilkan sehingga benda kerja yang dilewati arus listrik dapat meleleh dan membentuk manik las yang mengakibatkan tegangan geser meningkat.

Waktu

Pengaruh waktu terhadap tegangan geser dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 9. Adanya peningkatan kekuatan mulai dari waktu 2,5 detik, 3,5 detik dan 4,5 detik, secara grafis nilai kekuatan geser terendah terdapat pada waktu 2,5 detik dengan nilai kekuatan geser rata-rata $1,571 \text{ N/mm}^2$ dan nilai kekuatan geser tertinggi terjadi pada waktu 4,5 detik dengan nilai kekuatan geser sebesar $7,949 \text{ N/mm}^2$. Secara statistik nilai tegangan geser terendah terdapat pada waktu 2,5 detik dengan nilai tegangan geser $2,95 \text{ N/mm}^2$ dan nilai tegangan geser tertinggi terdapat pada waktu 4,5 detik dengan nilai tegangan geser rata-rata $4,8 \text{ N/mm}^2$. Hal ini dapat dijelaskan bahwa penggunaan waktu yang lebih lama akan menyebabkan panas yang ditimbulkan semakin besar sehingga manik las yang terbentuk juga semakin besar dan mengakibatkan sambungan akan lebih kuat. Hal ini diperkuat pada persamaan 2.2 dimana hubungan panas berbanding lurus dengan waktu. Dengan kata lain variasi waktu berpengaruh terhadap tegangan geser karena semakin lamanya waktu penekanan elektroda maka semakin besar pula panas yang masuk pada benda kerja sehingga dapat terjadinya manik las yang mengakibatkan kekuatan geser meningkat.

Argon

Dari dasar teori menyebutkan bahwa fungsi dari gas argon yaitu sebagai pembersih sekaligus pelindung logam dari kontaminasi udara luar pada proses pengelasan. Oleh karena itu penggunaan gas argon pada penelitian yang kami lakukan mempengaruhi hasil pengelasan, hal ini dapat dilihat bahwa hasil pengujian tarik yang menggunakan gas argon lebih besar dari pada tidak menggunakan gas argon dikarenakan Aluminium Oksida (Al_2O_3) yang melekat pada lapisan aluminium sudah

hilang sehingga tidak ada lagi yang menghalangi panas yang masuk logam lasan. Oleh sebab itu Aluminium dapat meleleh dan menyatu dengan baik.

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan secara keseluruhan parameter arus dan waktu mempunyai pengaruh terhadap hasil pengelasan, karena arus dan waktu membawa pengaruh panas yang dihasilkan sehingga berdampak pada hasil pengelasan. Semakin besar arus dan waktu yang digunakan maka panas yang digunakan akan semakin tinggi sehingga hasil yang didapat akan lebih baik. Hal ini diperkuat dari persamaan 2.2 dimana hubungan panas berbanding lurus dengan arus dan waktu. Kekuatan geser tertinggi terdapat pada arus 5021 A dan waktu 4,5 detik dengan nilai 7,949 N/mm² sedangkan kekuatan geser terendah terdapat pada arus 3608 A dan waktu 2,5 detik dengan nilai 1,571 N/mm². Penggunaan gas argon juga mempengaruhi hasil pengelasan, ini dapat dilihat dari kekuatan geser yang dihasilkan lebih tinggi daripada kekuatan geser tanpa menggunakan gas argon. Disebabkan gas argon mempunyai fungsi membersihkan sisa-sisa aluminium oksida yang masih melekat pada logam induk dengan demikian maka tidak ada lagi penghalang bagi masuknya arus untuk melewati logam yang akan dilas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian uraian pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Variasi arus (I) dan waktu (dt) berpengaruh sangat signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.
2. Kondisi yang paling optimal terjadi pada arus 5021 A dengan nilai kekuatan geser yaitu 7,949 N/mm².
3. Kondisi yang paling optimal terjadi waktu 4,5 detik dengan nilai kekuatan geser yaitu 7,949 N/mm².
4. Penambahan gas argon pada saat proses pengelasan berpengaruh sangat signifikan terhadap hasil pengelasan.

Saran

Saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Sebelum melakukan eksperimen hendaknya mempersiapkan segala sesuatunya secara matang mulai dari alat pengelasan sampai tempat melakukan pengujian agar dalam bereksperimen tidak membuang waktu.
2. Dalam melakukan eksperimen material pengelasan harus dalam keadaan benar-benar bersih.
3. Lebih mengutamakan keselamatan dalam melakukan eksperimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Amsted, B.H.,1995, *Teknologi Mekanik*, terj. Sriati Djapri, Edisi ke-7 jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Annual Book of ASME IX Standard, 2001, *Qualification Standard for Welding and Brazing Prosedures, Welder, Brazers, and Welding and Brazing Operations*, p.166-168, The American Society of Mechanical Engineers, New York.
- Ardiyanto, Eko., 2011, "*Studi Pengaruh Pendinginan Elektroda Pada Proses Spot Welding Terhadap Kualitas Produk*", Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Dieter, G.E., 1988, *Mechanical Metallurgy*, McGraw-hill, Singapore.
- Harnudin, F. A (2007), "*Penelitian Pengaruh Ketebalan Dan Jumlah Las Titik Terhadap Kekuatan Tarik Las Titik (Spot Welding) Pada Baja St.37*", Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Kahraman, N., 2005, *The Influence of Welding Parameter on the Joint Strenght of Resistance Spot-Welded Titanium Sheet*, Journal. Diakses 25 Mei 2011 jam 09.00 WIB dari Sciencedirect. <http://www.sciencedirect.com>
- Surdia, T., 1991, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT Pradya Paramita, Jakarta.
- Wiryosumarto, H., 2004, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradya Paramita, Jakarta.